

**This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

17/5/3  
DIALOG(R)File 347:JAPIO  
(c) 1999 JPO & JAPIO. All rts. reserv.

05678407      \*\*Image available\*\*  
MAGNETIC HEAD

PUB. NO.:        09-293207 [JP 9293207 A]  
PUBLISHED:      November 11, 1997 (19971111)  
INVENTOR(s):    INOUE YOSHIHIKO  
                 HONDA JUNICHI  
                 TOKUTAKE FUSASHIGE  
APPLICANT(s):   SONY CORP [000218] (A Japanese Company or Corporation), JP  
                 (Japan)  
APPL. NO.:      08-108186 [JP 96108186]  
FILED:          April 26, 1996\* (19960426)  
INTL CLASS:     [6] G11B-005/23; G11B-005/127; H01F-010/14; H01F-010/30  
JAPIO CLASS:    42.5 (ELECTRONICS -- Equipment); 41.4 (MATERIALS -- Magnetic  
                 Materials)  
JAPIO KEYWORD: R115 (X-RAY APPLICATIONS); R135 (METALS -- Amorphous Metals)

#### ABSTRACT

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a magnetic head suitably used for recording to and reproducing from a high coercive force magnetic recording medium such as, so called a metal tape by laminating a Fe-M-N magnetic thin film layer as a metallic magnetic film and a noble metallic layer such as a Pt layer and forming a multiple layer by interposing an insulating layer between the laminated layers to improve reproducing output.

SOLUTION: The magnetic thin film layer 15 composed of a composition expressed by  $\text{Fe}(\text{sub } x)\text{M}(\text{sub } y)\text{N}(\text{sub } z)$  (where, M expresses at least one kind of Ta, Zr, Hf, Nb, Ti, Mo and W and each of (x), (y) and (z) expresses atomic percentage and is  $71 \leq x \leq 85$ ,  $6 \leq y \leq 15$  and  $9 \leq z \leq 16$ ) and the layer composed of at least one or more kind of Pt, Au, Ag and Pd are laminated on a magnetic gap forming surface of a pair magnetic core half body. Further, at least two of the layers 31, 31 composed of one of  $\text{SiO}(\text{sub } 2)$ ,  $\text{ZrO}$ ,  $\text{Al}(\text{sub } 2)\text{O}(\text{sub } 3)$ , Cr are interposed between the laminated layers 30 to form the multiple layer.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-293207

(43) 公開日 平成9年(1997)11月11日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 1 1 B	5/23		G 1 1 B	5/23 K
	5/127			5/127 K
H 0 1 F	10/14		H 0 1 F	10/14
	10/30			10/30

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平8-108186

(22) 出願日 平成8年(1996)4月26日

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 井上 喜彦

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(72) 発明者 本多 順一

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(72) 発明者 徳竹 房重

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

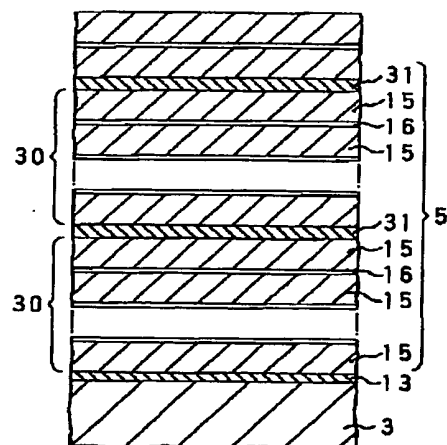
(74) 代理人 弁理士 小池 晃 (外2名)

(54) 【発明の名称】 磁気ヘッド

(57) 【要約】

【課題】 金属磁性膜をFe-M-N磁性薄膜層とPt層等の貴金属層を積層し、さらに、この積層膜間に絶縁膜を介在させた多層膜として、再生出力を向上させて、いわゆるメタルテープ等の高抗磁力磁気記録媒体に対して記録・再生を行うのに好適とされた磁気ヘッドを提供する。

【解決手段】 一对の磁気コア半体1, 2の磁気ギャップ形成面1a, 2aに、Fe, M, N (ただし、MはTa, Zr, Hf, Nb, Ti, Mo, Wのうちの少なくとも一種であり、x, y, zは原子パーセントを示し、これらがそれぞれ、 $71 \leq x \leq 85$ ,  $6 \leq y \leq 15$ ,  $9 \leq z \leq 16$ である。)なる組成からなる磁性薄膜層と、Pt, Au, Ag, Pdのうちの少なくとも1種類以上からなる層を積層し、さらに、この積層膜30間にSiO<sub>2</sub>, ZrO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Crのうちのいずれかからなる層31, 31を少なくとも2層介在させてなる多層膜とした。



3: 基板

5: 金属磁性薄膜

13: 反磁防止膜

15: Fe-M-N磁性薄膜層

16: Pt層等の貴金属層

30: Fe-M-N磁性薄膜層とPt層等の貴金属層の積層構造

31: SiO<sub>2</sub>等の非磁性層

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 一对の磁気コア半体が磁気ギャップ形成面を突き合わせて接合一体化され、これら一对の磁気コア半体のうち少なくとも一方の磁気コア半体の磁気ギャップ形成面に金属磁性膜が成膜されてなる磁気ヘッドにおいて、

上記金属磁性膜が $Fe_x M_y N_z$ （ただし、 $M$ は $Ta$ 、 $Zr$ 、 $Hf$ 、 $Nb$ 、 $Ti$ 、 $Mo$ 、 $W$ のうちの少なくとも一種であり、 $x$ 、 $y$ 、 $z$ は原子パーセントを示し、これらがそれぞれ、 $71 \leq x \leq 85$ 、 $6 \leq y \leq 15$ 、 $9 \leq z \leq 16$ である。）なる組成からなる磁性薄膜層と $Pt$ 、 $Au$ 、 $Ag$ 、 $Pd$ のうち少なくとも1種類以上からなる層とが交互に積層された積層膜とされ、さらにこの積層膜が $SiO_2$ 、 $ZrO_2$ 、 $Al_2O_3$ 、 $Cr$ のうちのいずれかからなる層を介して2層以上積層されてなることを特徴とする磁気ヘッド。

【請求項2】  $SiO_2$ 、 $ZrO_2$ 、 $Al_2O_3$ 、 $Cr$ のうちのいずれかからなる層の1層当たりの膜厚が $0.5 \mu m \sim 5.0 \mu m$ であることを特徴とする請求項1記載の磁気ヘッド。

【請求項3】 金属磁性膜を構成する $Pt$ 、 $Au$ 、 $Ag$ 、 $Pd$ のうち少なくとも1種類以上からなる層の1層当たりの平均膜厚が $0.3 nm \sim 10.0 nm$ であることを特徴とする請求項1記載の磁気ヘッド。

【請求項4】 金属磁性膜を構成する磁性薄膜層の1層当たりの膜厚が $0.05 \mu m \sim 1.0 \mu m$ であることを特徴とする請求項1記載の磁気ヘッド。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、一对の磁気コア半体よりなる磁気ヘッドのギャップ部を金属磁性膜で構成したいわゆるメタル・イン・ギャップ型の磁気ヘッドに関する。詳しくは、金属磁性膜を $Fe-M-N$ 磁性薄膜層と $Pt$ 層等の貴金属層とが積層された積層膜とされ、さらにこの積層膜が絶縁膜を介して積層された多層膜として、再生出力を向上させて、いわゆるメタルテープ等の高抗磁力磁気記録媒体に対して記録・再生を行うのに好適とされた磁気ヘッドに係わるものである。

## 【0002】

【従来の技術】近年、磁気記録の分野においては、記録信号の高密度化が進行しており、高い抗磁力と高い残留磁束密度を有する磁気記録媒体、例えば強磁性金属材料を非磁性支持体上に直接被着せしめてなるメタルテープ等が使用されるようになってきている。これに伴って磁気ヘッドに対しては、コア材料が高飽和磁束密度、高透磁率を有することが要求されている。

【0003】かかる要求を満たすために、従来から、補助コア材にフェライトを用い、そのフェライト上に高飽和磁束密度を有する金属磁性膜を主コア材として形成し、磁気ギャップ部を上記金属磁性膜により形成するよ

うにしたメタル・イン・ギャップ(Metal in Gap)型の磁気ヘッド(以下、「MIGヘッド」と称する。)が提案されており、メタルテープ等の記録・再生に好適なものとなっている。

【0004】ところで、この種の磁気ヘッドにおいては、最近の高記録密度化の著しい進展に伴い、上記メタルテープ等のように高抗磁力の磁気記録媒体に対してより良好に記録・再生を行うべく、記録磁界を十分とるためのより高い飽和磁束密度を持ち、かつ優れた軟磁気特性を有する金属磁性材料の使用が求められている。

【0005】また、近年、 $Fe$ を主成分とする微結晶金属磁性膜が高い飽和磁束密度を持ち、面内方向において優れた軟磁気特性を示すことから、従来の磁気ヘッド用金属磁性材料を置き換える形で実用化され始めている。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、MIGヘッドにおいて従来の金属磁性膜の代わりに上記の $Fe$ を主成分とする微結晶金属磁性膜を使用してフェライト上に当該微結晶金属磁性膜を成膜しても、この種のヘッドでは面内方向の軟磁気特性だけでなく膜厚方向の軟磁気特性も重要となるため、上記微結晶金属磁性膜の面内方向の優れた軟磁気特性から期待されるほどヘッド効率は改善されておらず、再生出力もさほど向上していない。

【0007】このため、本願出願人は、一对の磁気コア半体が磁気ギャップ形成面を突き合わせて接合一体化され、これら一对の磁気コア半体のうち少なくとも一方の磁気コア半体の磁気ギャップ形成面に金属磁性膜が成膜されてなる磁気ヘッドにおいて、上記金属磁性膜が $Fe_x M_y N_z$ （ただし、 $M$ は $Ta$ 、 $Zr$ 、 $Hf$ 、 $Nb$ 、 $Ti$ 、 $Mo$ 、 $W$ のうちの少なくとも一種であり、 $x$ 、 $y$ 、 $z$ は原子パーセントを示し、これらがそれぞれ、 $71 \leq x \leq 85$ 、 $6 \leq y \leq 15$ 、 $9 \leq z \leq 16$ である。）なる組成からなる磁性薄膜層と、 $Pt$ 層が積層された多層膜からなることを特徴とする磁気ヘッドを既に提供している(平成8年特許願第12956号参照)。

【0008】本発明は、このようなMIGヘッドにおいて、さらに大幅な再生出力を向上させて、いわゆるメタルテープ等の高抗磁力磁気記録媒体に対して記録・再生を行うのに好適とされた磁気ヘッドを提供することを課題とする。

## 【0009】

【課題を解決するための手段】上述の目的を達成するために本発明者等は鋭意検討した結果、 $Fe-M-N$ 磁性薄膜層(ここで、 $M$ は $Ta$ 、 $Zr$ 、 $Hf$ 、 $Nb$ 、 $Ti$ 、 $Mo$ 、 $W$ のうちの少なくとも一種である。)においては、 $Pd$ 、 $Au$ 、 $Ag$ 、 $Pd$ のうち少なくとも1種類以上からなる層を下地層とすることにより、強い $\alpha-Fe(110)$ 面の配向が生じ易く、磁性の均一性が高まり軟磁気特性が膜全体として改善され、MIGヘッドの金

属磁性膜を上記Fe-M-N磁性薄膜層とPt層等の貴金属層とが交互に積層された積層膜とすれば、再生特性が向上するが、さらに、上記積層膜がSiO<sub>2</sub>、ZrO<sub>2</sub>、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Crのうちのいずれかからなる層を介して2層以上積層させると、MIGヘッドの高周波領域での記録再生特性が向上することを見出した。

【0010】すなわち本発明は、一対の磁気コア半体を磁気ギャップ形成面を突き合わせて接合一体化し、これら一対の磁気コア半体のうち少なくとも一方の磁気コア半体の磁気ギャップ形成面に金属磁性膜が成膜されている磁気ヘッドの上記金属磁性膜をFe、M、N<sub>2</sub>（ただし、MはTa、Zr、Hf、Nb、Ti、Mo、Wのうちの少なくとも一種であり、x、y、zは原子パーセントを示し、これらがそれぞれ、 $71 \leq x \leq 85$ 、 $6 \leq y \leq 15$ 、 $9 \leq z \leq 16$ である。）なる組成からなる磁性薄膜層とPt、Au、Ag、Pdのうち少なくとも1種類以上からなる層とが交互に積層された積層膜が、さらにこの積層膜がSiO<sub>2</sub>、ZrO<sub>2</sub>、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Crのうちのいずれかからなる層を介して2層以上積層されてなることを特徴とするものである。

【0011】なお、この磁気ヘッドにおいては、金属磁性膜を構成するPt、Au、Ag、Pdのうち少なくとも1種類以上からなる層（以下、「Pt層等の貴金属層」と称する。）の下地効果を十分なものとするために、このPt層等の貴金属層の1層当たりの平均膜厚を0.3nm~10.0nmとすることが好ましい。

【0012】上記Pt層等の貴金属層の1層当たりの平均膜厚が0.3nm未満であると、十分な下地効果が得られない。逆に10.0nmを越えると、膜厚が厚く、厚膜化による形状効果によって該Pt層等の貴金属層が疑似ギャップとして動作し再生出力特性でのうねりの発生を招く。

【0013】なお、金属磁性膜は、上記0.3nm~10.0nmのPt層等の貴金属層を介して2層以上積層されるが、その上限は約10層である。

【0014】ところで、上記Pt層等の貴金属層や磁性薄膜層は、真空蒸着法、スパッタリング法、イオンプレーティング法等に代表される真空薄膜形成方法により形成される。そして、例えばスパッタリングにより形成されるPt層等の貴金属層の厚さが0.3nmのときには、このPt層等の貴金属層はきれいな薄膜状態ではなく、粒子がアイランド状に点在した状態をなしていると考えられる。そこで、Pt層等の貴金属層の厚さは1層当たりの平均膜厚と表現している。

【0015】また、この磁気ヘッドにおいては、金属磁性膜を構成する磁性薄膜層がPt層等の貴金属層の下地効果を十分に受けられるように、その1層当たりの膜厚を0.05μm~1.0μmとすることが好ましい。

【0016】上記磁性薄膜層の膜厚が0.05μm未満であると、この磁性薄膜層を形成するためのスパッタリ

ング等の成膜工程が増大し生産性が劣化する上に、Pt層等の貴金属層の総数が増え実効的な飽和磁束密度が低下する。逆に、この磁性薄膜層の膜厚が1.0μmを越えるとPt層等の貴金属層の下地効果が薄れてしまう。

【0017】さらに、上記のようなFe-M-N磁性薄膜層を形成する場合、成膜後にアニールを行うが、このとき、FeとPt、Au、Ag、Pdのうち少なくとも1種類以上からなる金属化合物（以下、「Fe-Pt等の貴金属化合物」と称する。）が生じる。

10 【0018】このFe-Pt等の貴金属化合物は、マイナス磁歪の硬質材料であるため、金属磁性膜中のFe-Pt等の貴金属化合物が多くなると、金属磁性膜の保磁力の増加だけでなく、金属磁性膜の磁歪が大きくマイナス側にシフトし、好ましくない。

【0019】そこで、Fe-Pt等の貴金属化合物の量を抑え、このような現象を回避すべく、上記金属磁性薄膜中のPt層等の貴金属層の膜厚の合計が上記金属磁性膜の全厚に対して占める割合を5%以下とすることが好ましく、さらには2%以下とすることが好ましい。

20 【0020】また、磁性層の磁歪をほぼゼロとするには総膜厚に占めるPt層等の貴金属層の割合を考慮に入れて、Fe-M-N磁性薄膜層の磁歪をプラスの符号を持つ適当な大きさとすることで実現することができる。

【0021】本発明の磁気ヘッドにおいては、一対の磁気コア半体のうち少なくとも一方の磁気コア半体の磁気ギャップ形成面に、金属磁性膜として、Fe-M-N磁性薄膜層とPt層等の貴金属層とが交互に積層された積層膜を形成しており、この磁気ヘッドの製造工程においてFe-M-N磁性薄膜層を成膜した後に熱処理を行ってアモルファス状態から微結晶を形成させる際には、Pt層等の貴金属層の下地効果により、熱処理後のFe-M-N磁性薄膜層に強いα-Fe(110)配向を起こすこととなり、金属磁性膜の磁性の均一性が高まり、軟磁気特性の向上がなされる。このような配向は、磁性膜の膜厚が厚くなると分散する傾向にあるが、Pt層等の貴金属層の層数を増やし磁性膜の膜厚をある程度薄くすることで、Pt層等の貴金属層による優先配向が膜全体に亘って生じさせることができる。

40 【0022】また、本発明の磁気ヘッドにおいては、金属磁性膜をFe-M-N磁性薄膜層とPt層等の貴金属層とが交互に積層された積層膜としていることから、金属磁性膜内においてFe-Pt層等の貴金属化合物が生じ、磁氣的にハードな部分が生じる。この部分は、磁区の移動を防止する働きをするため、回転磁化が促進され、金属磁性膜における高周波領域の透磁率が高まる。

【0023】さらに、上記Fe-M-N磁性薄膜層とPt層等の貴金属層とが積層された積層膜とされ、さらにこの積層膜がSiO<sub>2</sub>、ZrO<sub>2</sub>、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Crのうちのいずれかからなる層（以下、「SiO<sub>2</sub>等の非磁性層」と称する。）を介して2層以上積層されてなること

により、磁化方向が同一な領域である磁区が膜面内で一様に膜厚方向に反平行に積まれた磁氣的構造を有する、いわゆる静磁結合膜が形成される。このため、高周波磁界が印加された際の磁壁共鳴が抑制され、高周波での透磁率の向上が図られ、この結果この磁性積層膜を用いたMIGヘッドの高周波領域での記録再生特性が向上する。

【0024】なお、本発明の磁気ヘッドにおいて、金属磁性膜を構成するPt層等の貴金属層1層当たりの平均膜厚を0.3nm~10.0nmとしたり、金属磁性膜を構成する磁性薄膜層の1層当たりの膜厚を0.05μm~1.0μmとすることで、Pt層等の貴金属層の下地効果による磁性薄膜層における上記のような優先配向が膜全体に亘って生じ易くなる。また、Pt層等の貴金属層を上記のような厚さとするれば、これが疑似ギャップとして動作することもない。

【0025】さらに、本発明の磁気ヘッドにおいて、金属磁性膜中のPt層等の貴金属層の膜厚の合計が上記金属磁性膜の全厚に対して占める割合を数%であり、実効的な飽和磁束密度(Bs)の低下は非常に小さい。また、Pt層等の貴金属層は磁気ギャップgと平行に配列されているが、膜厚が数nmであり疑似ギャップとして動作することがない。

【0026】また、上記SiO<sub>2</sub>等の非磁性層の膜厚は、0.5nm~10.0nmであることが好ましい。膜厚が0.5nm未満であると磁氣的分断層として機能しないために、いわゆる静磁結合膜を形成せず、逆に、10.0nmを越えると疑似ギャップとして動作するおそれがでてくる。上記のSiO<sub>2</sub>等の非磁性層は、渦電流の低減と、静磁結合膜形成による高周波領域での磁壁共鳴の抑制効果により、軟磁性膜全体としての高周波特性が大幅に改善される。

【0027】このように、下地効果のあるPt層等の貴金属層を介した積層膜を、さらに、SiO<sub>2</sub>等の非磁性層を介して積層された軟磁性静磁結合薄膜とし、この軟磁性静磁結合薄膜をメタル・イン・ギャップ型の磁気ヘッドに適用することにより、軟磁気特性が向上し、膜厚方向透磁率と高周波透磁率の改善が図られ、再生特性の大幅な向上が期待できる。

【0028】上記金属磁性膜をFe-M-N磁性薄膜層とPt層等の貴金属層とSiO<sub>2</sub>等の非磁性層の成膜方法としては、真空蒸着法、スパッタリング法、イオンプレーティング法等に代表される真空薄膜形成技術がいずれも適用することができる。この場合、スパッタリング工程数の増加は、装置を多ターゲット化することで解決することができる。

【0029】

【発明の実施の形態】以下、本発明を適用した具体的な実施の形態について図面を参照しながら詳細に説明する。

【0030】本例の磁気ヘッドは、図1および図2に示すように、磁気記録媒体対接面の略中央に位置する磁気ギャップgを境として左右別々に作成された一対の磁気コア半体1、2が突き合わせ面である磁気ギャップ形成面1a、2aを突き合わせて接合一体化されてなるものである。

【0031】上記磁気コア半体1、2は、補助コア部である磁気コア基板3、4と、主コア部である金属磁性膜5、6とから構成されている。上記磁気コア基板3、4は、例えばMn-Zn系フェライトやNi-Zn系フェライト等の軟磁性酸化物材料よりなり、上記金属磁性膜5、6とともに閉磁路を構成する補助コア部となっている。上記磁気コア基板3、4の前記磁気ギャップ形成面1a、2aと対向する主面3a、4a側には、上記磁気ギャップgのトラック幅Twを規制するためのトラック幅規制溝7、8、9、10が磁気ギャップgの両端縁近傍部よりそれぞれデプス方向にわたって円弧状に形成されている。なお、上記トラック幅規制溝7、8、9、10内には、それぞれ磁気記録媒体との当たり特性を確保すると共に摺接による偏摩耗を防止する目的で、ガラス等の非磁性材11が充填されている。

【0032】また、上記磁気コア基板3、4のうちの一方の磁気コア基板4の前記磁気ギャップ形成面1aと対向する主面4aには、前記磁気ギャップgのデプスを規制すると共に、図示しないコイルを巻装するための断面略コ字状の巻線溝12が形成されている。なお、上記巻線溝は、他方の磁気コア基板3にも同様に形成されていても良い。

【0033】一方、金属磁性膜5、6は、上記磁気コア基板3、4と共に閉磁路を構成する主コア部となるもので、磁気ギャップ形成面1a、2aと対向し、且つ当該磁気コア基板3、4の対向面となる主面3a、4aにそれぞれフロントギャップ部よりバックギャップ部にわたって成膜されている。従って、これら金属磁性膜5、6の対向面5a、6aが、すなわち前記磁気コア半体1、2の磁気ギャップ形成面1a、2aとなっている。なお、上記金属磁性膜5、6は、上記磁気コア基板3、4の対向面となる主面3a、4aのみならず前記トラック幅規制溝7、8、9、10内にも成膜されている。この金属磁性膜5は巻線溝12内の全面若しくは少なくともその一部に亘っても成膜されている。

【0034】そして、本例の磁気ヘッドにおいては特に、上記金属磁性膜5、6が、図3に示すように(図3中においては一方の金属磁性膜5のみを示す。)、Fe-M-N磁性薄膜層15とPt層等の貴金属層16とが交互に積層された積層膜(図3中において、この積層膜構造を符号「30」として示す。)とされ、さらにこの積層膜30がSiO<sub>2</sub>等の非磁性層31を介して2層以上積層されてなる。

【0035】まず、上記Fe-M-N磁性薄膜層15は

Fe, M, N<sub>2</sub>の組成を有するものであり、MはTa, Zr, Hf, Nb, Ti, Mo, Wのうちの少なくとも一種であり、x, y, zは原子パーセントを示し、これらがそれぞれ、 $71 \leq x \leq 85$ ,  $6 \leq y \leq 15$ ,  $9 \leq z \leq 16$ の範囲とされている。

【0036】さらに、本例の磁気ヘッドにおいては、磁気コア基板3, 4上に反応防止膜13, 14を形成し、その上に金属磁性膜5, 6を形成するようにして、磁気コア基板3, 4の構成材料として一般的なフェライトと金属磁性膜5, 6間での拡散反応を防止し、疑似ギャップの発生を抑えるようにしている。

【0037】本例の磁気ヘッドにおいては、前述のように、金属磁性膜5, 6はFe-M-N磁性薄膜層15とPt層等の貴金属層16からなる積層膜とされており、これら金属磁性膜5, 6は、図3に示すように、反応防止膜13上に上記のような組成を有するFe-M-N磁性薄膜層15とPt層等の貴金属層16の順で順次交互に積層され、さらに、この積層膜30がSiO<sub>2</sub>等の非磁性層31を介して2層以上積層されてなる。

【0038】上記反応防止層13は、上記金属磁性膜5の下地膜を兼ねてPt, Au, Ag, Pdのうち少なくとも1種類以上からなる層を用いても良い。

【0039】また、上記金属磁性膜5は、図4に示すように、反応防止膜13上に、Pt層等の貴金属層16、Fe-M-N磁性薄膜層15の順で順次交互に積層された積層膜であってもよい。そして、このような図3の場合とは逆の反応防止膜13とPt層等の貴金属層16が積層形成されることにより、反応防止効果と下地効果の両方が得られより好ましい。

【0040】また、本例の磁気ヘッドにおいては、上記金属磁性膜5を形成する積層膜の最上層膜はFe-M-N磁性薄膜層15であっても、Pt層等の貴金属層16であっても構わない。

【0041】なお、他方の磁気コア基板4に成膜される金属磁性膜6も上記金属磁性膜5と同様に、Fe-M-N磁性薄膜層とPt層等の貴金属層16が積層された積層膜30とされ、さらに、この積層膜30がSiO<sub>2</sub>等の非磁性層31を介して2層以上積層されてなる多層膜構造とされていることは言うまでもない。

【0042】そして、本例の磁気ヘッドにおいては、金属磁性膜5, 6を構成するFe-M-N磁性薄膜層15の1層当たりの膜厚を0.05μm~1.0μmとし、同じく金属磁性膜5, 6を構成するPt層等の貴金属層16の1層当たりの平均膜厚を0.3nm~10.0nmとしている。

【0043】さらに、本例の磁気ヘッドにおいては、金属磁性膜5, 6中のPt層等の貴金属層16の膜厚の合計が上記金属磁性膜5, 6の全厚に対して占める割合が数%以下となるようにしている。

【0044】本例の磁気ヘッドにおいては、前述のよう

に、一対の磁気コア半体1, 2の磁気ギャップ形成面1a, 2aに、金属磁性膜5, 6として、Fe-M-N磁性薄膜層15とPt層等の貴金属層16が積層された積層膜とされ、さらにこの積層膜がSiO<sub>2</sub>等の非磁性層31を2層以上積層されてなる多層膜を形成している。

【0045】このFe-M-N磁性薄膜層15は、後述の製造方法において述べるように成膜した後に熱処理を行ってアモルファス状態から微結晶を生じさせて形成するが、本例の磁気ヘッドにおいては、上記Pt層等の貴金属層16の下地効果により、熱処理後に上記Fe-M-N磁性薄膜層15に強いα-Fe(110)配向が起こり、金属磁性膜5, 6の磁性の均一性が高まり、軟磁気特性の向上がなされる。

【0046】また、本例の磁気ヘッドにおいては、金属磁性膜5, 6内においてFe-Pt等の貴金属化合物が生じ、磁氣的にハードな部分が生じる。この部分は、磁区の移動を防止する働きをするため、回転磁化が促進され、金属磁性膜5, 6における高周波領域の透磁率が高まる。

【0047】ここで、上記磁性薄膜の磁区構造を、カー効果を利用した磁区観察装置にて観察した結果を図5乃至図7に示す。図5がFe-Ta-N単層膜の場合であり、図6がSiO<sub>2</sub>等の非磁性層を持たないFe-Ta-N層/Pt層等の貴金属層の積層膜の場合であり、図7が(Fe-Ta-N層/Pt層等の貴金属層)SiO<sub>2</sub>等の非磁性層31からなる積層膜の場合の磁区の構造の模式図である。

【0048】図7から明らかなように、Fe-Ta-N/Pt積層膜中にSiO<sub>2</sub>等の非磁性層31を設けることにより、いわゆる静磁結合膜が構成されることが分かる。ここで、Pt層等の貴金属層の厚さを3.0nmとした場合でも図7と同様な磁区構造をもつ。

【0049】これは、Pt等の貴金属層16は磁氣的分断層としての機能は持たないが、SiO<sub>2</sub>等の非磁性層31は磁氣的分断層として機能するので、静磁結合膜を得るためにはSiO<sub>2</sub>等の非磁性層31を設けることが必要であることが分かる。このような静磁結合膜は少なくとも2以上設けられるが、2以上の偶数層を設けることにより上記効果が得られる。

【0050】さらに、本例の磁気ヘッドにおいては、金属磁性膜5, 6を構成するPt層等の貴金属層16の1層当たりの平均膜厚を0.3nm~10.0nmとし、金属磁性膜5, 6を構成するFe-M-N磁性薄膜層15の1層当たりの膜厚を0.05μm~1.0μmとしていることから、Pt層等の貴金属層16の下地効果によるFe-M-N磁性薄膜層15における上記のような優先配向が膜全体に亘って生じ易くなる。また、Pt層等の貴金属層16を上記のような厚さとしていることから、これが疑似ギャップとして動作することもない。

【0051】さらにまた、本例の磁気ヘッドにおいて

は、金属磁性膜5、6中のPt層等の貴金属層16の膜厚の合計が上記金属磁性膜5、6の全厚に対して占める割合を数%以下としており、実効的な飽和磁束密度の低下は非常に小さくなされている。

【0052】次に、本例の磁気ヘッドを製造する方法について工程順に説明する。

【0053】まず、図8に示すように、例えばMn-Zn系フェライトよりなる板状の基板17を用意する。次に、図8中に示すように、基板17の一主面17aに断面略半円状の複数の（図8中においては2箇所とする。）トラック幅規制溝18、19を形成する。上記トラック幅規制溝18、19は基板17の例えば幅方向に形成され、トラック幅規制溝18、19同士の間には所定のトラック幅と同じ間隔が形成されることとなる。

【0054】次に、図9に示すように、上記基板17の一主面17a上に、先のトラック幅規制溝18、19内も含めて反応防止膜20を例えばスパッタリング等の手法により成膜する。本例では反応防止効果の観点から反応防止膜20として膜厚4nmのSiO<sub>2</sub>層を形成した。

【0055】続いて、図10に示すように、上記反応防止膜20の上に前述のような組成を有するFe-M-N磁性薄膜層21を形成する。次いで、図11に示すように、Fe-M-N磁性薄膜層21上にPt層等の貴金属層22を形成する。さらに、図12に示すように、上記Pt層等の貴金属層22上に再度Fe-M-N磁性薄膜層21を形成し、このようにFe-M-N磁性薄膜層21とPt層等の貴金属層22とSiO<sub>2</sub>等の非磁性層31を順次積層形成する。

【0056】そして、図13に示すように、Fe-M-N磁性薄膜層21とPt層等の貴金属層22を積層し、さらに、この積層膜がSiO<sub>2</sub>等の非磁性層31を2層以上積層させた多層膜である金属磁性膜23を形成する。ただし、この状態では、Fe-M-N磁性薄膜層21はアモルファス状態をなしている。

【0057】なお、本例では、Fe-M-N磁性薄膜層21としてFe-Ta-N微結晶磁性薄膜を形成するものとする。すなわち、金属磁性膜23を（Fe-Ta-N磁性薄膜層/Pt層等の貴金属層/Fe-Ta-N磁性薄膜層・・・/Fe-Ta-N磁性薄膜層）SiO<sub>2</sub>等の非磁性層（Fe-Ta-N磁性薄膜層/Pt層等の貴金属層/Fe-Ta-N磁性薄膜層・・・/Fe-Ta-N磁性薄膜層）SiO<sub>2</sub>等の非磁性層・・・/（Fe-Ta-N磁性薄膜層/Pt層等の貴金属層/Fe-Ta-N磁性薄膜層・・・/Fe-Ta-N磁性薄膜層）の多層構造とした。

【0058】本例では最初の層及び最終の層をFe-Ta-N磁性薄膜層21としたが、最初の層及び最終の層はFe-M-N磁性薄膜層21或いはPt層等の貴金属層22の何れでも良く、このようにしても同様な効果が

得られる。本例においては、Fe-M-N磁性薄膜層21としてFe-Ta-N磁性薄膜層を使用する例について述べたが、Mが示す金属の部分が他の金属である例においても同様の効果が得られる。

【0059】そして、本例では前述のように、反応防止膜20のSiO<sub>2</sub>層の膜厚を3nmとし、Fe-Ta-N磁性薄膜層21とPt層等の貴金属層22とSiO<sub>2</sub>等の非磁性層31の多層膜である金属磁性膜23は、厚み1.0nmのPt層等の貴金属層22を介して5層積層されたFe-Ta-N磁性薄膜層/Pt層等の貴金属層の積層膜8枚を厚さ2.0nmのSiO<sub>2</sub>層を介して、全膜厚が4μmとなるように積層した多層膜とされている。

【0060】なお、ここで比較のため、Pt層等の貴金属層とSiO<sub>2</sub>等の非磁性層31を介さない単層で総膜厚4.0μmのFe-Ta-N微結晶磁性薄膜の磁気ヘッドと、厚さ1.0nmのPt層のみを介して各々40層に積層された総膜厚4.0μmのFe-Ta-N磁性薄膜層/Pt層等の貴金属層の積層膜の磁気ヘッドも作製した。

【0061】さらに、上記基板17と同様の基板を用意し、上述の工程と同様にしてトラック幅規制溝、反応防止膜、金属磁性膜を形成した。ただし、この基板には、トラック幅規制溝形成面にこれと直交する方向で断面略コ字状の巻線溝も形成した。

【0062】次いで、磁気ギャップのスペーサーとなるSiO<sub>2</sub>膜を各基板の金属磁性膜上にそれぞれ100nmの厚さで成膜した。

【0063】その後、図14に示すように、上記基板17とこれと同様の巻線溝24を有する基板25をトラック幅規制溝18、19、26、27の位置合わせを行って突き合わせた。そして、上記巻線溝24内にガラス棒を差し込んで加熱処理してガラス融着し、これら基板17、25同士を接合一体化した。

【0064】上記のようなガラス融着のための加熱処理によりFe-M-N磁性薄膜層21においてアモルファス状態から微結晶が形成されて、Fe-Ta-N微結晶磁性薄膜となる。

【0065】そしてこのとき、Pt層等の貴金属層22の下地効果により、Fe-Ta-N微結晶磁性薄膜であるFe-M-N磁性薄膜層21には強いα-Fe（110）配向が起これ、金属磁性膜23の磁性の均一性が高まり、軟磁気特性の向上がなされる。

【0066】また、このとき、金属磁性膜23内においてはFe-Pt等の貴金属化合物が生じ、磁氣的にハードな部分が生じる。この部分は、磁区の移動を防止する働きをするため、回転磁化が促進され、金属磁性膜23における高周波領域の透磁率が高まる。

【0067】なお、本例においては、前述のように、巻線溝24が形成されている基板25においても、トラッ



ク幅規制溝26、27内及び巻線溝25内に、反応防止膜28としてSiO<sub>2</sub>膜を成膜し、その上にFe-Ta-N微結晶磁性薄膜であるFe-M-N磁性薄膜層21とPt層等の貴金属層とSiO<sub>2</sub>等の非磁性層31の多層膜である金属磁性薄膜29が成膜されている。しかしながら、磁性膜の膜応力によるガラス割れ等の不良低減を目的として、上記のような各膜をスパッタリング等の手法により形成する際に、巻線溝24内の全面が成膜されないようにマスクを使用しても再生出力に影響はない。

【0068】そして、最後に磁気記録媒体対接面となる主面を円筒研削した後、図14中に示すa-a線およびb-b線で示す位置でスライシングを行い、図1及び図2に示したような磁気ヘッドを完成する。

【0069】なお、ここでは、Fe-M-N磁性薄膜層21としてFe-Ta-N微結晶磁性薄膜を使用した例について述べたが、Mで示す金属の部分が他の金属であっても同様の作用効果を有し、同様にして製造される。

【0070】また、本発明が、上述のような磁気ヘッドのみならず、本発明の思想を逸脱することのない範囲内で種々の磁気ヘッドに適用可能であることは言うまでもない。

【0071】さらに、上述の例では、本発明を金属磁性薄膜が磁気ギャップと平行に配されている磁気ヘッドに対して適用した例について述べたが、本発明が、例えば斜めに削り落とした磁気ギャップの形成面の斜面にそれぞれ成膜した金属磁性膜同士の突き合わせ面に磁気ギャップが構成される磁気ヘッドや、磁気ギャップがアジマス角を有している磁気ヘッドに対しても適用可能であることは言うまでもない。

【0072】

【実施例】以下、本発明を適用した好適な実施例について実験結果に基づいて説明する。

【0073】本実験例においては、金属磁性膜中のFe-M-N磁性薄膜層が5層、厚さ1nmのPt層を介して積層された積層膜8枚を厚さ2.0nmのSiO<sub>2</sub>等の非磁性層を2層介在させて積層された総膜厚4.0μmの多層膜を550°Cで熱処理を施した後のX線回折パターンを調査した。結果を図15に示す。また、図15中には、比較のために、基板上に膜厚4.0μmのFe-M-N磁性薄膜層のみを形成した単層膜の結果も併せて示す。

【0074】図15を見て明らかなように、(Fe-Ta-N層/Pt層等の貴金属層)/SiO<sub>2</sub>の多層膜の方がα-Fe(110)面のピークが大きくなることが分かる。すなわち、このようにFe-Ta-N微結晶磁性薄膜をPt層等の貴金属層を介して積層することにより、α-Fe(110)面の配向が強まり、特に膜厚方向の軟磁気特性が改善されると考えられる。上記現象は、Pt以外のAu、Ag、Pdの貴金属元素でも同様

に観察される。

【0075】そして、上述の製造方法により作製した磁気ヘッドの再生出力の比較結果を図16に示す。比較した磁気ヘッドは、厚み1.0nmのPt層等の貴金属層を介して5層積層されたFe-Ta-N/Pt層等の貴金属層の積層膜8枚を厚み2.0nmのSiO<sub>2</sub>層を2層介在させて積層された軟磁性積層膜を有する磁気ヘッドと、Fe-Ta-N磁性薄膜層を厚み1.0nmのPt層等の貴金属層を介して40層(上記磁気ヘッドとFe-Ta-N磁性薄膜層の総数は同じ)積層された軟磁性積層膜を有する磁気ヘッドと、Fe-Ta-N単層膜の磁気ヘッドである。これらは、いずれも軟磁性膜の総膜厚は4.0nmである。

【0076】図16には、膜厚4nmの単層膜の磁気ヘッドの再生出力を0dBとした比較出力の値が示してある。記録ヘッドには、Fe-Ru-Ga-Siをギャップ面に平行に成膜したメタル・イン・ギャップ型の磁気ヘッドを用いた。

【0077】この図16から明らかなように、磁性層をα-Fe(110)面の配向が強くなると、再生出力が向上するが、Fe-Ta-N磁性薄膜層/Pt層等の貴金属層の積層膜をSiO<sub>2</sub>層等の非磁性層を介して積層させることにより、高周波領域でのヘッド特性が改善されていることが分かる。

【0078】

【発明の効果】以上の説明からも明らかなように、本発明の磁気ヘッドにおいては、一対の磁気コア半体のうち少なくとも一方の磁気コア半体の磁気ギャップ形成面に、金属磁性膜として、Fe-M-N磁性薄膜層とPt層等の貴金属層が積層された積層膜を形成しており、この磁気ヘッドの製造工程においてFe-M-N磁性薄膜層を成膜した後に熱処理を行ってアモルファス状態から微結晶を形成させる際には、Pt層等の貴金属層の下地効果により、熱処理後のFe-M-N磁性薄膜層に強いα-Fe(110)配向を起こすこととなり、金属磁性膜の磁性の均一性が高まり、軟磁気特性の向上がなされるが、さらに、この積層膜がSiO<sub>2</sub>、ZrO<sub>2</sub>、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Crのうちのいずれかからなる層を介して2層以上積層されてなることにより、静磁結合膜が形成されるために、磁性の均一性が高まり高い周波数領域までの軟磁気特性が膜全体として改善される。

【0079】従って、本発明の磁気ヘッドにおいては、再生出力が大幅に向上され、その工業的価値は非常に高い。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を適用した磁気ヘッドの一例を示す斜視図である。

【図2】本発明を適用した磁気ヘッドの一例を示す要部拡大平面図である。

【図3】本発明を適用した磁気ヘッドの金属磁性膜の一

例を拡大して示す断面図である。

【図4】本発明を適用した磁気ヘッドの金属磁性膜の他の例を拡大して示す断面図である。

【図5】磁性薄膜の磁区構造を磁気カー効果を利用した磁区の構造の模式図であり、Fe-Ta-N単層膜の場合のものである。

【図6】磁性薄膜の磁区構造を磁気カー効果を利用した磁区の構造の模式図であり、SiO<sub>2</sub>層を持たないFe-Ta-N層/Pt層等の貴金属層の積層膜の場合のものである。

【図7】磁性薄膜の磁区構造を磁気カー効果を利用した磁区の構造の模式図であり、(Fe-Ta-N層/Pt層等の貴金属層)SiO<sub>2</sub>等の非磁性層の場合のものである。

【図8】本発明を適用した磁気ヘッドの製造方法を工程順に示すものであり、基板にトラック幅規制溝を形成する工程を示す斜視図である。

【図9】本発明を適用した磁気ヘッドの製造方法を工程順に示すものであり、基板に反応防止膜を形成する工程を示す斜視図である。

【図10】本発明を適用した磁気ヘッドの製造方法を工程順に示すものであり、反応防止膜上にFe-M-N磁性薄膜層を形成する工程を拡大して示す斜視図である。

【図11】本発明を適用した磁気ヘッドの製造方法を工程順に示すものであり、Fe-M-N磁性薄膜層上にP

t層等の貴金属層を形成する工程を拡大して示す斜視図である。

【図12】本発明を適用した磁気ヘッドの製造方法を工程順に示すものであり、Pt層等の貴金属層上にFe-M-N磁性薄膜層を形成する工程を拡大して示す斜視図である。

【図13】本発明を適用した磁気ヘッドの製造方法を工程順に示すものであり、基板上に反応防止膜、金属磁性膜が形成された状態を示す斜視図である。

10 【図14】本発明を適用した磁気ヘッドの製造方法を工程順に示すものであり、基板同士を接合一体化する工程を示す斜視図である。

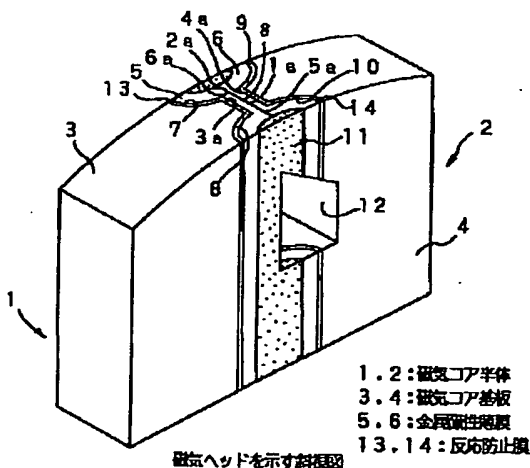
【図15】金属磁性膜のX線回折パターンを示すチャートである。

【図16】本発明を適用した磁気ヘッドの再生出力と比較例の再生出力を比較して示す特性図である。

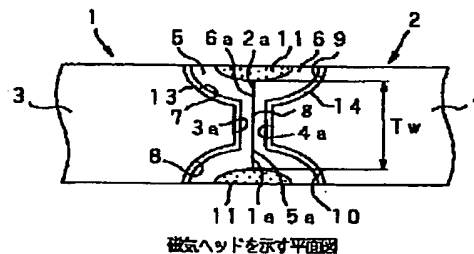
【符号の説明】

- 1, 2 磁気コア半体、3, 4 磁気コア基板、5, 6, 23, 29 金属磁性薄膜、13, 14, 20, 28 反応防止膜、15, 21 Fe-M-N磁性薄膜層、16, 22 Pt層等の貴金属層、30 Fe-M-N磁性薄膜層とPt層等の貴金属層の積層構造、31 SiO<sub>2</sub>, ZrO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Crのうちのいずれかからなる層

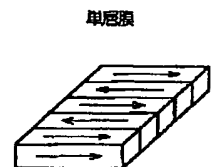
【図1】



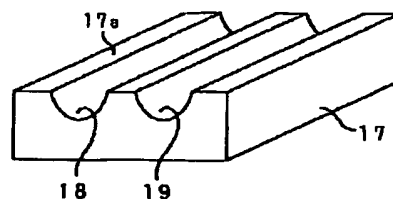
【図2】



【図5】



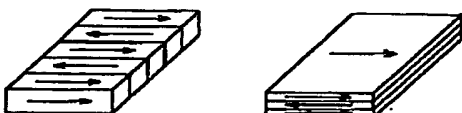
【図8】



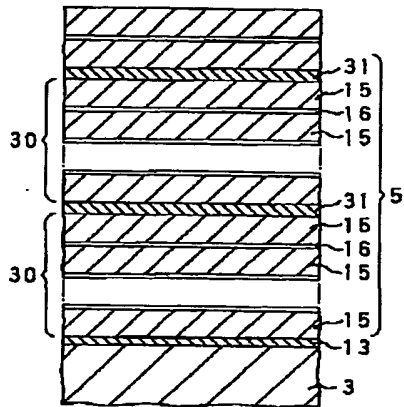
【図6】

【図7】

Fe-Ta-N層/Pt層膜 (Fe-Ta-N層/Pt)/SiO<sub>2</sub> 3層膜

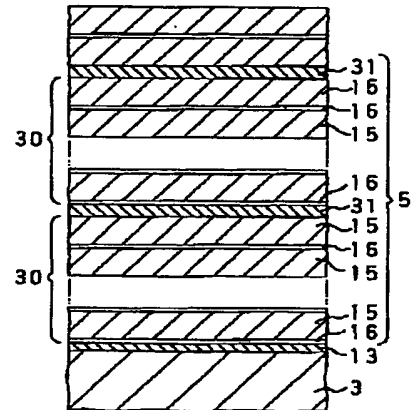


【図3】



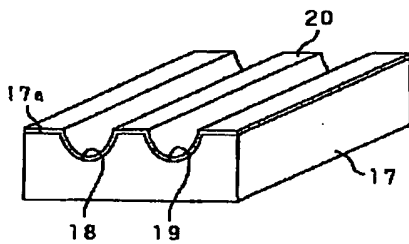
3: 基板  
 5: 金属磁性薄膜  
 13: 反射防止膜  
 15: Fe-M-N磁性薄膜層  
 16: Pt層等の貴金属層  
 30: Fe-M-N磁性薄膜層とPt層等の貴金属層の積層構造  
 31: SiO<sub>2</sub>等の非磁性層

【図4】

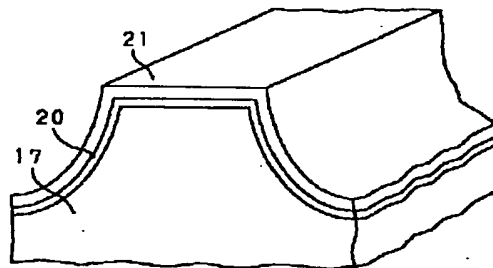


3: 基板  
 5: 金属磁性薄膜  
 13: 反射防止膜  
 15: Fe-M-N磁性薄膜層  
 16: Pt層等の貴金属層  
 30: Fe-M-N磁性薄膜層とPt層等の貴金属層の積層構造  
 31: SiO<sub>2</sub>等の非磁性層

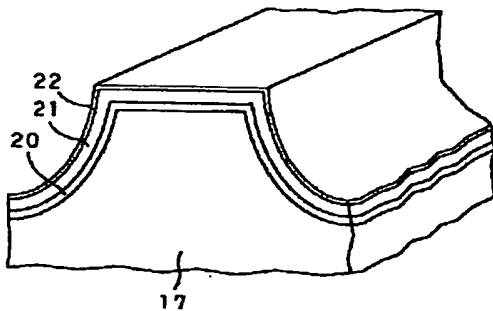
【図9】



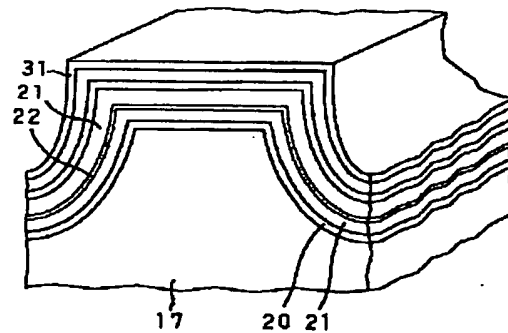
【図10】



【図11】

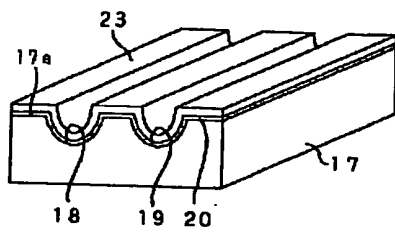


【図12】

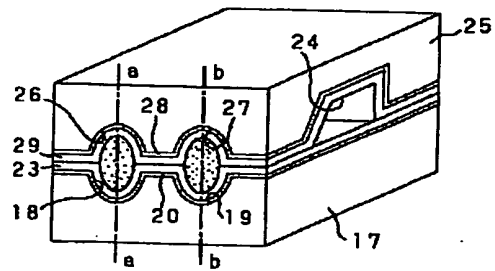


17: 基板  
 20: 反射防止膜  
 21: Fe-M-N磁性薄膜層  
 22: Pt層等の貴金属層  
 31: SiO<sub>2</sub>等の非磁性層

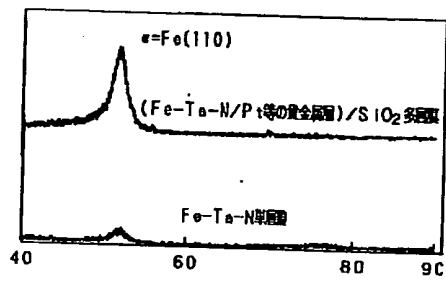
【図13】



【図14】



【図15】



【図16】

